

<記事>融体相制御研究分野 (1999.1-1999.12) (研究活動報告)

著者	水渡 英昭, 井上 亮, 高橋 純一, 太田 裕己, Alexandre Titov, Korova Raymond, Karasev Andrey, Pervushin Georgy, 姜 信明, 坂田 江章, 賀 宏業
雑誌名	東北大学素材工学研究所彙報 = Bulletin of the Institute for Advanced Materials Processing, Tohoku University
巻	55
号	1/2
ページ	124-125
発行年	2000-03-10
URL	http://hdl.handle.net/10097/34285

【研究活動報告】 融体相制御研究分野(1999. 1~1999. 12)

教 授:水渡英昭

助 教 授:井上 亮

助 手:高橋純一, 太田裕己

非常勤研究員:Titov Alexandre

研究留学生:Raymond Korova, Andrey Karasev, Georgy Pervushin

大 学 院 生:姜 信 明, 坂田江章, 賀 宏 業

本研究部のグループ員の主な移動は以下の通りである。3月に姜 信 明および坂田江章(大学院後期3年の課程, 金属工学専攻), Raymond Korova (JICA 研究留学生) が去り, 新たに5月20日より Titov Alexandrovich (ポスドク) が加わった。

本研究分野では, 微細介在物を均一分散させることによる凝固組織および結晶粒径制御について研究を行った。また, 高純度鋼溶製に関する研究として, 高合金鋼中介在物の改質のために必要な熱力学データおよび相平衡関係を求めた。さらに, 製鋼スラグの再資源化および都市ごみ焼却灰の処理についても検討を行った。1999年の研究活動としては, 以下のように概括される。

1. 高純度鋼溶製の熱力学

Fe-Cr系およびFe-Ni系合金融体とCaO-Al₂O₃-MnO系, CaO-Al₂O₃-MgO-MnO系スラグ間で平衡実験を行い, 各スラグ成分の活量値を基に, CaとO間, MgとO間の一次および二次の相互作用助係数を求め, 各係数におよぼす高濃度のCrおよびNiの影響を求めた。これらの結果を基に, ステンレス鋼および電子材料中の介在物の組成制御について検討し, 溶鋼-介在物相間 および介在物-溶鋼-トップスラグ相間平衡における介在物組成を表す介在物 Stability Diagram を作成した。

2. 一次介在物微細分散によるオーステナイト結晶粒径の制御

鋼の結晶粒微細化は靱性・延性・耐環境性等の向上に寄与する。また, Zenerの理論によれば, 介在物個数が多く介在物粒径が小さいほどメタルの結晶粒度は微細になる。本研究では, 一次介在物としてCe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂, Ti₂O₃, MgO, MgO·Al₂O₃, ZrO₂等を溶鋼中に生成させ, それらの個数, 粒径, 組成を制御しながら溶鋼中に均一に分布させて, オーステナイト温度域での鋼の結晶粒成長に対する介在物微細粒子のピン止め効果, および, オーステナイト粒界への偏析による結晶粒微細化を調べた。また, 微細介在物の凝集過程についても観察した。

3. 脱酸における初期生成物の組成および形態

脱酸剤を添加した直後の鋼中脱酸生成物の組成・形態を明らかにすることを目的として, 種々の初期酸素濃度のFe-10%Ni系融体にSi, Ti, Al, Zr, またはCeをインジェクションし, 直ちに水中急冷を行った。メタル各部における各脱酸生成物の組成, 個数および粒径分布を調べ, 初期脱酸生成物はFeO-MO_x (M=Si, Ti, Al, Zr, Ce)であり, その組成は溶鉄の初期酸素濃度に依存することがわかった。また, 脱酸剤の脱酸力が強いほど脱酸生成物の個数は多く, 粒径は小さいことを明らかにした。

4. 介在物の粒径分布測定法および評価法の検討

介在物は鋼の機械的性質に著しく影響するため、その除去は重要な課題となっており、鋼材表面における局所的な介在物の粒径分布が、鋼材全体における粒径分布をどの程度表すことが出来るかを知ることは重要である。本研究では、Fe-10%Ni 系融体を Si, Ti, Al, Zr, または Ce によって脱酸し、各脱酸生成物をメタル中に分散させた後急冷して、試料断面における介在物の粒径分布を調べた。定電位電解法によりメタル試料から各脱酸生成物を抽出分離して SEM により粒径分布を調べ、試料断面における介在物の粒径分布の結果と比較することにより、後者の評価法を検討した。また、試料断面における介在物の個数および粒径分布から介在物濃度を推定する方法について、種々の介在物粒径分布を仮定して、その問題点を明確にした。

5. 鋼中酸化物系介在物の安定抽出

化学的に安定であると考えられていた Al_2O_3 介在物が、従来用いられている介在物抽出法（酸溶解法、ハロゲン-アルコール法）によって溶解し、その粒径が小さいほど、また、量が少ないほど、溶出率が高いことを示した。このため、非水溶媒系電解液を用いた定電位電解法により介在物を抽出定量し、メタルの全酸素分析値と対比することにより、定電位電解法の妥当性を評価した。さらに、 Ti_2O_3 , ZrO_2 , MgO , Ce_2O_3 , $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ 系, $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ 系の各介在物についても、定電位電解法における非水溶媒系電解液を検討した。

6. 鋼中介在物の組成および粒径分布の迅速測定

鋼に含まれる介在物を化学的に抽出することなしに、その組成および粒径分布を迅速に測定する方法を開発することを目的として、鋼試料の断面に $20\mu\text{m}$ 幅のレーザー光を連続的に照射し、励起された元素を誘導結合プラズマ-質量分析計により測定した。介在物にレーザー光を照射した際に得られた各元素のスペクトル強度から、その組成および粒径を求めることができた。

7. 製鋼スラグの路盤材への利用に関する研究

製鋼スラグを路盤材や埋立て材として用いた場合、製鋼スラグに含まれる有害物質は雨水や地下水によって溶出する可能性がある。このため、有害物質の溶出を抑制できる固定化剤の開発が急務である。本研究では、製鋼スラグ中に含まれる有害物質の中で先ずフッ素に着目し、その溶出挙動を解明するとともに、その抑制法を検討した。

8. 都市ゴミの焼却灰中の重金属の安定化

都市ゴミを焼却した際に発生する飛灰中には Pb, Zn, Cd 等が含まれており、これら重金属の溶出防止のため、飛灰を溶融しスラグとして安定化させる方法が用いられている。しかし、この溶融処理においても飛灰が発生し、その中には Pb, Zn, Cd, Cl 等が濃化されているため、この飛灰を安定化させることは従来技術では困難であった。本研究では新しい処理剤の開発を行い、フリーデル氏塩あるいは $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ 系化合物の生成により高濃度の Pb が安定化することを見出した。